



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월02일

(11) 등록번호 10-1557228

(24) 등록일자 2015년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G10K 11/175 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0057720

(22) 출원일자 2014년05월14일

심사청구일자 2014년05월14일

(56) 선행기술조사문헌

JP2008213760 A*

JP05027781 A

JP2010176120 A

JP2012230412 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

이상권

서울특별시 강남구 남부순환로 2914, 8동 301호 (대치동, 개포우성아파트)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이별섭

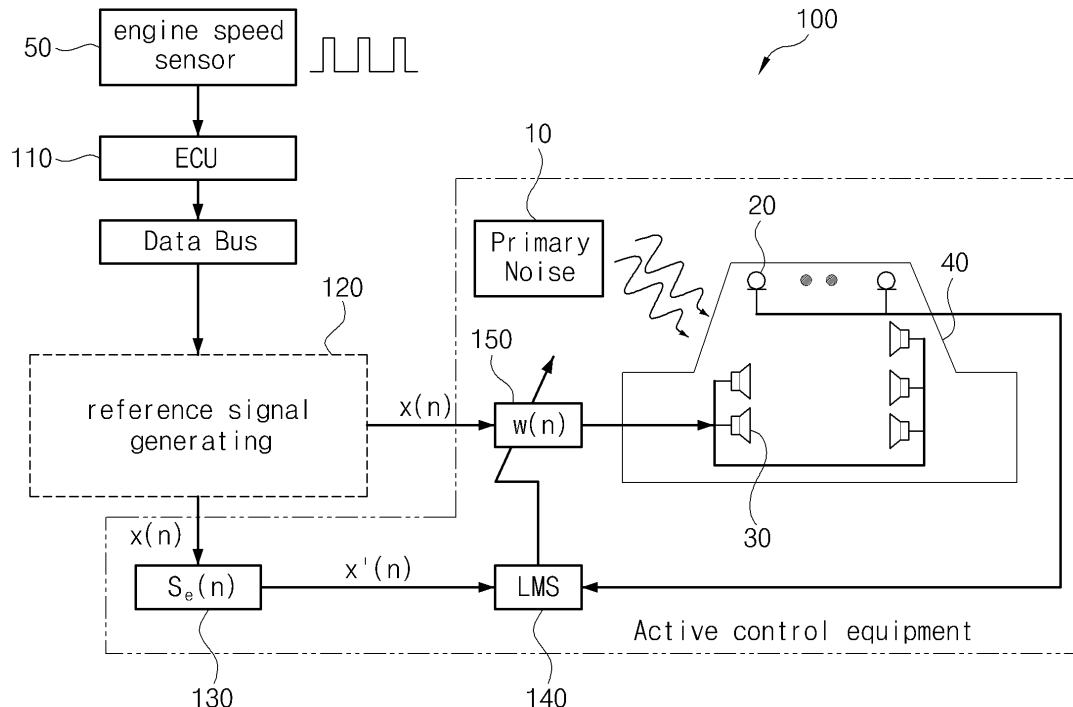
(54) 발명의 명칭 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 차량의 구동에 따른 엔진의 속도정보를 연속적으로 획득하는 단계와, 상기 엔진의 속도정보로부터 상기 엔진의 순간회전 주파수를 지속적으로 추적하여 상기 추적된 순간회전 주파수에 대응하는 레퍼런스 파형을 시간에 따라 적응적으로 생성하는 단

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



계와, 소음의 발생 시점과 측정 시점 간의 시간차에 해당하는 시간 지연 값을 상기 레퍼런스 파형에 반영하여 상기 레퍼런스 파형을 보정하는 단계와, 상기 보정된 레퍼런스 파형을 이용하여 상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성하는 단계, 및 상기 보상 소음신호를 상기 차량 내의 스피커 모듈에 인가하여 상기 차량의 소음원을 저감시키는 단계를 포함하는 차량의 능동적 소음 제어 방법을 제공한다.

상기 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치에 따르면, 차량의 가속 또는 감속 시에 엔진의 순간회전 주파수에 연동하여 비선형적으로 가변하는 차량의 소음원을 효과적이고 능동적으로 컨트롤할 수 있으며 기존에 비하여 소음 저감 효율을 높일 수 있는 이점이 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 47961-1

부처명 미래창조부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 도약연구(도전)

연구과제명 생리음향과 심리음향 이용 휴먼 청각계를 모방한 음질요소의 개발과 감성 음질 구현 기술

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2013.05.01 ~ 2014.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

차량의 구동에 따른 엔진의 속도정보를 연속적으로 획득하는 단계;

상기 엔진의 속도정보로부터 상기 엔진의 순간회전 주파수를 지속적으로 추적하여 상기 추적된 순간회전 주파수에 대응하는 레퍼런스 파형을 시간에 따라 적응적으로 생성하는 단계;

소음의 발생 시점과 측정 시점 간의 시간차에 해당하는 시간 지연 값을 상기 레퍼런스 파형에 반영하여 상기 레퍼런스 파형을 보정하는 단계;

상기 보정된 레퍼런스 파형을 이용하여 상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성하는 단계; 및

상기 보상 소음신호를 상기 차량 내의 스피커 모듈에 인가하여 상기 차량의 소음원을 저감시키는 단계를 포함하며,

상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성하는 단계는,

상기 차량의 소음원을 측정된 센싱 파형과 상기 보정된 레퍼런스 파형 간의 오차를 최소화하기 위한 오차신호를 최소자승법으로 획득하여 상기 오차신호를 상기 보정된 레퍼런스 파형에 반영한 다음,

상기 오차신호가 반영된 레퍼런스 파형을 역위상으로 변조하여 상기 보상 소음신호를 생성하는 차량의 능동적 소음 제어 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 엔진의 속도정보를 획득하는 단계는,

엔진 스피드 센서로부터 측정된 펄스 신호를 획득한 다음 상기 펄스 신호에 대응하는 엔진의 회전수(RPM)를 검출하는 차량의 능동적 소음 제어 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 레퍼런스 파형은,

상기 지속적으로 추적되는 순간회전 주파수에 대응하여 상기 시간에 따라 주파수가 가변하는 FM(frequency modulation) 신호 형태를 가지는 차량의 능동적 소음 제어 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

차량의 구동에 따른 엔진의 속도정보를 연속적으로 획득하는 속도정보 획득부;

상기 엔진의 속도정보로부터 상기 엔진의 순간회전 주파수를 지속적으로 추적하여 상기 추적된 순간회전 주파수에 대응하는 레퍼런스 파형을 시간에 따라 적응적으로 생성하는 레퍼런스 신호 생성부;

소음의 발생 시점과 측정 시점 간의 시간차에 해당하는 시간 지연 값을 상기 레퍼런스 파형에 반영하여 상기 레퍼런스 파형을 보정하는 보정부;

상기 보정된 레퍼런스 파형을 이용하여 상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성하고, 상기 보상 소음신호를 상기 차량 내의 스피커 모듈에 인가하여 상기 차량의 소음원을 저감시키는 보상신호 생성부; 및

상기 차량의 소음원을 측정한 센싱 파형과 상기 보정된 레퍼런스 파형 간의 오차를 최소화하기 위한 오차신호를 최소자승법으로 획득하여 상기 오차신호를 상기 보정된 레퍼런스 파형에 반영하기 위한 최소자승 연산부를 포함하고,

상기 보상신호 생성부는,

상기 오차신호가 반영된 레퍼런스 파형을 역위상으로 변조하여 상기 보상 소음신호를 생성하는 차량의 능동적 소음 제어 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 속도정보 획득부는,

엔진 스피드 센서로부터 측정된 펄스 신호를 획득한 다음 상기 펄스 신호에 대응하는 엔진의 회전수(RPM)를 검출하는 차량의 능동적 소음 제어 장치.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 레퍼런스 파형은,

상기 지속적으로 추적되는 순간회전 주파수에 대응하여 상기 시간에 따라 주파수가 가변하는 FM(frequency modulation) 신호 형태를 가지는 차량의 능동적 소음 제어 장치.

청구항 8

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 차량의 엔진에서 발생하는 소음을 효과적으로 저감시킬 수 있는 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 능동 소음 제어 방법은 ANC(Active Noise Control) 시스템으로 알려져 있으며, 제1 소음원을 줄이기 위하여 제1 소음원과 반대되는 제2 소음원을 발생하여 소음원 간의 음의 간섭으로 소음을 상쇄시키는 기술이다. 이러한 능동 소음 제어 기술은 각 산업분야별로 응용되고 있으며 특히 차량의 실내 소음 저감에 다양하게 활용되고 있다.

[0003] 차량의 실내에서 발생하는 소음은 보통 엔진의 회전에 의해서 발생하며 이를 억압하기 위해서는 엔진의 RPM 정보로부터 회전 주파수를 탐색하는 방법을 이용할 수 있다. 그런데, 일반적으로 엔진의 가속이나 감속 시에 제어하고자 하는 소음 파형은 선형적이 아닌 비선형적으로 변화하는 속성을 가지므로 소음을 효과적으로 상쇄시키기 위해서는 비선형적 소음 변화에 대하여 실시간 적응적으로 제어될 필요가 있다.

[0004] 하지만 종래에 따른 ANC 시스템에서는 엔진이 고정된 회전수로 작동하는 경우 혹은 거의 고정 회전수에 일치하는 회전수로 작동하는 경우를 대상으로 소음 제어가 가능하고 실시간 가변하는 회전수에는 대응하지 못하는 단점이 있다. 물론, 엔진의 회전주파수가 선형적(linear)으로 변화하는 경우에 대한 소음 제어 방법이 개시되어 있으나, 이는 엔진의 가속이 1000rpm에서 6000rpm까지 60초 만에 선형적으로 이루어지는 경우에 가능한 것이다. 하지만, 자동차의 속도가 급격히 가속 또는 감속할 때 엔진의 순간 회전수는 10초안에 1000rpm으로부터 6000rpm까지 비선형적(non-linear)인 패턴을 가지고 변화하기 때문에 이 방법 역시 능동적 시스템의 동작을 어렵게 만든다.

[0005] 이상과 같이, 실제 자동차 실내 소음은 연속적으로 가변하는 엔진의 회전수에 연동되어 발생하기 때문에 비선형적인 소음 발생에 능동적으로 대처 가능한 소음 제어 기술이 필요하다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2012-0060513호(2012.06.12 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 차량의 가속 또는 감속 시에 엔진의 순간회전 주파수에 연동하여 비선형적으로 가변하는 차량의 소음원을 더욱 능동적으로 컨트롤할 수 있는 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 차량의 구동에 따른 엔진의 속도정보를 연속적으로 획득하는 단계와, 상기 엔진의 속도정보로부터 상기 엔진의 순간회전 주파수를 지속적으로 추적하여 상기 추적된 순간회전 주파수에 대응하는 레퍼런스 파형을 시간에 따라 적응적으로 생성하는 단계와, 소음의 발생 시점과 측정 시점 간의 시간차에 해당하는 시간 지연 값을 상기 레퍼런스 파형에 반영하여 상기 레퍼런스 파형을 보정하는 단계와, 상기 보정된 레퍼런스 파형을 이용하여 상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성하는 단계, 및 상기 보상 소음신호를 상기 차량 내의 스피커 모듈에 인가하여 상기 차량의 소음원을 저감시키는 단계를 포함하는 차량의 능동적 소음 제어 방법을 제공한다.

[0009] 여기서, 상기 엔진의 속도정보를 획득하는 단계는, 엔진 스피드 센서로부터 측정된 펄스 신호를 획득한 다음 상기 펄스 신호에 대응하는 엔진의 회전수(RPM)를 검출할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 레퍼런스 파형은, 상기 지속적으로 추적되는 순간회전 주파수에 대응하여 상기 시간에 따라 주파수가 가변하는 FM(frequency modulation) 신호 형태를 가질 수 있다.

[0011] 또한, 상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성하는 단계는, 상기 차량의 소음원을 측정한 센싱 파형과 상기 보정된 레퍼런스 파형 간의 오차를 최소화하기 위한 오차신호를 최소자승법으로 획득하여 상기 오차신호를 상기 보정된 레퍼런스 파형에 반영한 다음, 상기 오차신호가 반영된 레퍼런스 파형을 역위상으로 변조하여 상기 보상 소음신호를 생성할 수 있다.

[0012] 그리고, 본 발명은 차량의 구동에 따른 엔진의 속도정보를 연속적으로 획득하는 엔진 속도정보 획득부와, 상기 엔진의 속도정보로부터 상기 엔진의 순간회전 주파수를 지속적으로 추적하여 상기 추적된 순간회전 주파수에 대응하는 레퍼런스 파형을 시간에 따라 적응적으로 생성하는 레퍼런스 신호 생성부와, 소음의 발생 시점과 측정 시점 간의 시간차에 해당하는 시간 지연 값을 상기 레퍼런스 파형에 반영하여 상기 레퍼런스 파형을 보정하는 보정부와, 상기 보정된 레퍼런스 파형을 이용하여 상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성하고, 상기 보상 소음신호를 상기 차량 내의 스피커 모듈에 인가하여 상기 차량의 소음원을 저감시키는 보상신호 생성부를 포함하는 차량의 능동적 소음 제어 장치를 제공한다.

[0013] 여기서, 상기 속도정보 획득부는, 엔진 스피드 센서로부터 측정된 펄스 신호를 획득한 다음 상기 펄스 신호에 대응하는 엔진의 회전수(RPM)를 검출할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 레퍼런스 파형은, 상기 지속적으로 추적되는 순간회전 주파수에 대응하여 상기 시간에 따라 주파수가 가변하는 FM(frequency modulation) 신호 형태를 가질 수 있다.

[0015] 또한, 상기 차량의 능동적 소음 제어 장치는, 상기 차량의 소음원을 측정한 센싱 파형과 상기 보정된 레퍼런스 파형 간의 오차를 최소화하기 위한 오차신호를 최소자승법으로 획득하여 상기 오차신호를 상기 보정된 레퍼런스 파형에 반영하기 위한 최소자승 연산부를 더 포함하고, 상기 보상신호 생성부는, 상기 오차신호가 반영된 레퍼런스 파형을 역위상으로 변조하여 상기 보상 소음신호를 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따른 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치에 따르면, 차량의 가속 또는 감속 시에 엔진의 순간회전 주파수에 연동하여 비선형적으로 가변하는 차량의 소음원을 효과적이고 능동적으로 컨트롤할 수 있으며 기존에 비하여 소음 저감 효율을 높일 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 차량의 능동적 소음 제어 장치의 구성도이다.
 도 2는 도 1을 이용한 차량의 능동적 소음 제어 방법의 흐름도이다.
 도 3은 도 2에 대응하는 개념도이다.
 도 4는 차량의 실내 소음을 시간-주파수 영역에서 분석한 것이다.
 도 5는 시간당 엔진의 회전 주파수 증가를 보여주는 예시도이다.
 도 6은 본 발명의 실시예를 이용한 차량 실내 소음 제어 전과 후의 음압 변화 및 주파수 분석 결과를 나타낸다.
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 방법과 기존의 방법에 대한 성능 비교이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0019] 일반적으로 차량의 실내에서 발생하는 소음원은 엔진의 회전 시에 발생하는 주기적인 폭발음에 의하여 발생한다. 엔진의 가속 또는 감속 시에 따라 엔진의 회전 주파수는 연속적으로 가변하게 되며, 이때 차량의 실내 소음은 상기 연속적으로 가변하는 엔진의 회전 주파수에 연동하여 발생하게 된다.
- [0020] 제어하고자 하는 소음 파형은 차량의 가속 또는 감속 시에 선형적 또는 비선형적으로 가변하는 엔진의 순간회전 주파수(instantaneous rotating frequency)에 연동하여 변화하므로, 매 순간의 소음에 적응적으로 대응하기 위해서는 엔진의 순간회전 주파수를 실시간 예측하고 추적할 수 있어야 한다.
- [0021] 즉, 실제 자동차 실내 소음은 연속적으로 가변하는 엔진의 회전주파수에 연동되어 발생하기 때문에 주기가 일정한 정현파(sine wave) 형태를 가지지 않고 시간에 따라 주파수가 가변하는 주파수 변조(FM) 파형 형태를 가지게 된다. 본 발명의 실시예에서는 이상과 같이 차량의 구동 중에 엔진의 순간회전 주파수와 밀접한 상관성을 가지는 형태로 발생하는 차량의 실내 소음을 시간에 따라 능동적으로 컨트롤할 수 있는 방법을 제공한다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 차량의 감속 또는 가속 시에 연속적으로 변화하는 엔진의 순간회전 주파수를 디지털 적응 필터를 통하여 추출하고, 추출된 순간회전 주파수와 일치하는 역위상의 신호 파형을 매순간 연속적으로 생성하여 차량의 실내에 공급함에 따라 차량의 실내 소음을 더욱 효과적으로 감소 내지 상쇄시킬 수 있다.
- [0023] 이러한 본 발명의 실시예는 능동 소음 제어(ANC: Active Noise Control) 방식에 기반한 것으로서, 차량의 실내 소음과 반대 위상을 가지는 보상 소음신호를 실시간 적응적으로 발생시켜 소음원의 크기를 저감시킬 수 있으며, 특히 비선형적으로 가변하는 소리 파형에 능동적으로 대처 가능한 소음 제어 기술을 제공할 수 있다.
- [0024] 이하에서는 본 발명의 실시예에 관하여 더욱 상세히 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 차량의 능동적 소음 제어 장치의 구성도이고, 도 2는 도 1을 이용한 차량의 능동적 소음 제어 방법의 흐름도이다. 도 3은 도 2에 대응하는 개념도이다.
- [0025] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 차량의 능동적 소음 제어 장치(100)는 속도정보 획득부(110), 레퍼런스 신호 생성부(120), 보정부(130), 최소자승 연산부(140), 보상신호 생성부(150)를 포함한다.
- [0026] 먼저, 속도정보 획득부(110)는 차량의 구동에 따른 엔진의 속도정보를 연속적으로 획득한다(S210). 이러한 S210 단계는 차량의 구동 중에 차량의 가속 또는 감속에 따라 비선형적으로 가변하는 엔진의 회전수 즉, RPM 정보를 연속적으로 추출하는 과정에 해당될 수 있다.
- [0027] 이러한 S210 단계는 아래와 같은 방법으로 수행할 수 있다. 먼저, 속도정보 획득부(110)는 엔진 스피드 센서(50)로부터 측정된 펄스 신호(pulse)를 획득하고, 이 펄스 신호에 대응하는 엔진의 회전수(RPM)를 검출한다.
- [0028] 엔진 스피드 센서(50)는 차량의 구동 시에 디지털 구형파의 펄스 신호를 생성한다. 일반적으로 엔진의 RPM(분당 회전수)이 높을수록 동일시간을 기준으로 펄스의 발생 개수가 증가하고 발생한 펄스 간의 간격 또한 감소하게 된다. 이러한 엔진 스피드 센서(50)는 차량에 설치되는 게이지 중 하나로서 기 공지된 구성에 해당된다.
- [0029] 이와 같이, 속도정보 획득부(110)는 일반적인 ECU(Engine Control Unit)에 해당될 수 있으며, 엔진 스피드 센서(50)로부터 획득된 펄스 형태의 전기적 신호를 엔진의 회전수를 나타내는 수치적인 디지털 값 즉, RPM 값으로 변환한다.

- [0030] 변경된 RPM 값은 CAN BUS(데이터 버스)를 통하여 각종 엔진 제어 시스템으로 제공되어 엔진의 제어에 사용될 수 있다. 또한, 이러한 RPM 값은 본 실시예에 따른 능동 소음 제어를 위한 레퍼런스 신호 생성부(120)로 공급된다.
- [0031] 그러면, 레퍼런스 신호 생성부(120)는 연속적으로 획득되는 상기 엔진의 RPM 정보로부터 상기 엔진의 순간회전 주파수의 값을 지속적으로 추적하면서, 상기 추적된 순간회전 주파수의 값에 대응하는 레퍼런스 파형을 시간에 따라 적응적으로 생성한다(S220). 레퍼런스 파형은 보정부(130)와 보상신호 생성부(150)에 전달된다.
- [0032] 일반적으로 차량의 가속 또는 감속 시에 엔진의 회전수 즉, RPM 정보는 시간에 따라 비선형적으로 가변하는 경향을 나타내므로, 그에 연동하여 발생하는 소음을 적응적으로 제어하기 위해서는 엔진의 순간회전 주파수를 매 순간 포착해 내어야 한다.
- [0033] 이를 위해 레퍼런스 신호 생성부(120)는 연속적으로 입력되는 엔진의 RPM 신호로부터 엔진의 순간회전 주파수의 값을 지속적으로 추적 계산하기 위하여, 디지털 적응 필터(Digital filter)를 사용한다. 디지털 필터는 차량의 가속 시에 연속적으로 변화하는 차량의 순간 회전 주파수를 채널 응답 함수를 이용하여 추출하고, 추출된 순간회전 주파수에 일치하는 신호 파형(레퍼런스 파형)을 연속적으로 생성하게 된다.
- [0034] 디지털 필터(Digital filter)는 일반적으로 신호 중에 포함된 특정한 영역에 대응하는 값을 추출하는데 사용될 수 있으며 그와 관련된 수치해석적인 알고리즘, 함수 등이 포함될 수 있다. 디지털 필터를 이용한 기술은 기 공지된 원리에 해당되므로 보다 상세한 설명은 생략한다.
- [0035] 이와 같이 순간회전 주파수의 값을 연속적으로 획득함에 따라, 선형적으로 변화하는 소음 신호는 물론이며 비선형적으로 변화하는 소음 신호에 대해서도 즉각적이고 효율적으로 소음 제어가 가능하게 된다.
- [0036] 이와 같이 연속적으로 변화하는 엔진의 순간회전 주파수를 추적하여 그에 대응하는 레퍼런스 파형을 실시간 생성하는 이유를 설명하면 다음과 같다.
- [0037] 도 4는 차량의 실내 소음을 시간-주파수 영역에서 분석한 것이다. 엔진 회전수의 순간회전 주파수는 시간에 따라 비선형적으로 증가하고 감속하는 것을 알 수 있다. 도 5는 시간당 엔진의 회전 주파수 증가를 보여주는 예시도이다. 시간에 따라 엔진의 순간회전 주파수가 선형적이 아닌 비선형적으로 증가함을 알 수 있다.
- [0038] 도 4 및 도 5와 같이 자동차의 실내 소음에서 제어하고자 하는 소음의 음압 레벨이 시간 변화에 따라 선형적으로 변하지 않고 비선형적으로 변화할 때, 본 실시예의 경우 상기 비선형적으로 변화하는 엔진의 순간회전 주파수만을 필터링하고 이와 일치하는 레퍼런스 파형을 실시간 생성할 수 있다.
- [0039] 여기서, 상기 레퍼런스 파형은, 상기 지속적으로 추적되는 순간회전 주파수에 대응하여 상기 시간에 따라 주파수가 가변하는 FM(frequency modulation) 신호 형태를 가지게 된다. 즉, 매 순간마다 추적되는 순간회전 주파수에 대응하는 파형들을 시간 흐름에 따라 연결하면 시간에 따라 주파수가 가변하는 형태 즉, 통상의 FM 신호 속성과 같은 형태가 된다. 물론, 레퍼런스 파형 생성 시에는 파형의 주파수뿐만 아니라 매 순간에 대한 파형의 진폭 또한 조절될 수도 있다.
- [0040] 이후, 상기 보정부(130)는 상기 레퍼런스 파형에 시간 지연 값을 반영하여 상기 레퍼런스 파형을 보정한다(S230). 이러한 보정은 실제 소음원의 신호 파형과 상기 레퍼런스 파형을 동기화하는 과정에 해당된다.
- [0041] 이와 같이 레퍼런스 파형에 시간 지연 값을 적용하는 이유는 다음과 같다.
- [0042] 일반적으로 소음의 발생 시점과 실제로 측정되는 시점 사이에는 시간 차가 존재한다. 만일, 상기 S220 단계에서 얻어진 레퍼런스 파형에 시간 지연 값을 적용하지 않고 바로 역위상 변환하여 차량 실내의 스피커로 인가할 경우에는 소음원이 제대로 상쇄되지 못하는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0043] 따라서, 상기 S220 단계에서 얻어진 상기 레퍼런스 파형에 대해 상기 시간 차에 대응하는 시간 지연 값이 보상되어야 한다. 즉, 시간 지연 값이 반영된 레퍼런스 파형을 역위상 처리하여 차량 실내에 인가하여야 한다.
- [0044] 이러한 시간 지연 값은 해당 차량의 실내에서 미리 테스트를 통하여 확보된 값에 해당될 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 상기 시간 지연 값이란 소음이 발생한 시점으로부터 소음이 실제로 측정되는 시점 사이의 시간차에 해당한다.
- [0045] 실질적으로, 소음은 그 발생 시점으로부터 측정 또는 청취 되기까지 걸리는 지연 시간이 존재하기 때문에, 해당 소음을 효과적으로 저감 시키기 위해서는 상기와 같이 레퍼런스 파형에 대한 시간 보정 과정이 필요하다. 상기 레퍼런스 파형에 시간 지연 값을 반영하게 되면 레퍼런스 파형 전체가 시간 축에 대하여 해당 시간 지연 값만큼

시프트 될 것이다.

- [0046] 이후, 상기 보정된 레퍼런스 파형을 이용하여 상기 차량의 소음원에 대한 보상 소음신호를 생성한다(S240). 더 상세하게는 보정된 레퍼런스 파형을 역위상으로 변환하여 차량 실내(40)의 스피커 모듈(30)과 같은 액추에이터에 인가함에 따라 소음원의 신호 크기를 줄일 수 있게 된다. 즉, 역위상 변환되어 인가된 신호는 차량 실내의 실제 소음원에 대한 간접 신호로 작용하게 되어 소음원을 저감 내지 상쇄시킬 수 있다.
- [0047] 상기 S240 과정은 다음과 같이 세분화될 수 있다. 우선, 본 실시예에서는 상기 레퍼런스 파형이 실제 소음원(10)의 파형에 더욱 근사화된 형태로 보정될 수 있도록, 상기 역위상 변환 이전에 최소 자승법을 사용하여 레퍼런스 파형을 보정한다.
- [0048] 즉, 최소자승 연산부(140)는 차량의 소음원(10)을 측정한 소음 측정 센서(20)의 센싱 파형과 상기 보정부(130)에서 보정된 레퍼런스 파형을 이용하여, 상기 센싱 파형과 상기 보정된 레퍼런스 파형 간의 오차를 최소화하기 위한 오차신호를 최소자승법을 통하여 획득한 다음 상기 오차신호를 상기 보정된 레퍼런스 파형에 반영한다.
- [0049] 그러면, 보상신호 생성부(150)는 상기 오차신호가 반영된 레퍼런스 파형을 역위상으로 변조하여 상기 보상 소음신호를 생성한다. 그리고 보상신호 생성부(150)는 상기 생성된 보상 소음신호를 상기 차량 내의 스피커 모듈(30)에 인가하여 상기 차량의 소음원(10)을 저감시킨다(S250).
- [0050] 이와 같이, 본 실시예에 따르면, 보정된 레퍼런스 파형을 그대로 역위상으로 변환하지 않고, 최소 자승법을 이용하여 최대한 소음원과 흡사한 형태로 만들어 준 다음 역위상 변조하여 차량 실내에 인가하므로 소음 제거 효율을 더욱 높일 수 있다. 상기 최소 자승법은 기 공지된 방법으로서 그 구성 및 원리에 대한 보다 상세한 설명은 생략한다.
- [0051] 도 6은 본 발명의 실시예를 이용한 차량 실내 소음 제어 전과 후의 음압 변화 및 주파수 분석 결과를 나타낸다. 도 6의 (a)는 시간에 따른 음압 레벨을 나타내고, (b)는 (a)의 신호를 주파수 영역에서 분석한 결과이다.
- [0052] 도 6의 (a)로부터 본 실시예에 의한 레퍼런스 신호를 이용한 능동적 소음 제어(ANC)를 적용한 경우, 적용 전과 비교하여 볼 때 소음의 음압 레벨이 전체 시간 구간에 대하여 대부분 감소한 것을 볼 수 있다. 또한, 도 6의 (b)를 참조하면 50Hz에서 160Hz 사이 구간에서 음압이 15dB 이상 크게 감소한 것을 알 수 있다.
- [0053] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 방법과 기존의 방법에 대한 성능 비교이다. 도 7의 가로축은 엔진의 순간 회전수(rpm), 가로축은 음압 레벨(SPL; Sound Pressure Level)이다.
- [0054] 도 7에서 실선 그래프는 4기통 엔진(a four-cylinder engine) 내에 능동적 소음 제어 시스템이 없는 경우의 발화 주파수, 즉 상기 엔진 스피드의 2배에서(twice the engine speed) 자동차 실내 공간 내의 마이크의 음압 레벨(SPL)을 나타낸다. 이 경우 상기 엔진 스피드는 8초 이내에 100rpm(revolutions per minute)에서 4500rpm 까지 상승한다. 이러한 실선 그래프(A)는 소음원에 대응한다.
- [0055] 점선 그래프(B)는 디지털 필터를 적용하지 않은 ANC 시스템을 사용한 경우의 음압을 대표한다. 이 경우 2500 rpm 내지 3500 rpm 부근에서만 소음 감소에 효과를 보인 것을 알 수 있다. 이와 같이 디지털 필터를 사용하지 않은 경우 즉, 엔진의 순간회전 주파수에 대응하는 레퍼런스 파형을 생성하는 본 실시예의 방법을 사용하지 않은 경우에는 엔진 소음에 연동된 순간회전 주파수에 일치하는 사운드를 스피커로 발생시키지 못하기 때문에 전체 구간에 대해 소음 감소를 달성하기에는 충분치 못하다.
- [0056] 이에 반해, 파선 그래프(C)는 본 발명의 실시예에 따른 소음 제어 방법으로서, 실내 소음의 순간회전 주파수에 대응하는 레퍼런스 신호를 생성하고 그에 대한 역위상 신호를 액추에이터에 공급한 결과이다. 여기서 물론 레퍼런스 신호는 본 실시예에 따른 디지털 필터를 적용하여 얻은 결과이다. 이러한 본 발명의 실시예의 경우, 전체 구간에 대하여 소음 감소를 효과적으로 달성한 것을 확인할 수 있다.
- [0057] 이상과 같은 본 발명의 실시예에 따르면, 소음원의 실제 여기 주파수에 대응하는 정확한 정보가 능동적 소음 제어 장치에 제공되는 신뢰성 있는 소음 제어 방법을 제공한다. 이러한 본 발명의 실시예는 각 소음원이 단지 샘플로 존재하는 경우에도 효과적으로 사용될 수 있다.
- [0058] 또한, 본 발명의 실시예는 차량에 국한되어 사용되지 않으며 주기적 소음이 발생하는 제품이라면 무관하게 사용될 수 있다. 예를 들어, 전기 자동차의 모터 소음 제어, 풍력 발전기의 소음 제어, 압축기의 소음 제어 등과 같은 다양한 기계 장치에 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 주기적 진동에 의해 발생하는 엔진 마운트 진동에 따른 고체 전달음에 의한 실내 소음 제어에도 사용이 가능하다.

[0059] 이상과 같은 본 발명에 따른 차량의 능동적 소음 제어 방법 및 그 장치에 따르면, 엔진의 순간회전 주파수에 연동하여 비선형적으로 가변하는 차량 실내 소음원을 효과적이고 능동적으로 컨트롤할 수 있고 기존에 비해 소음 저감 효율을 높일 수 있는 이점이 있다.

[0060] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

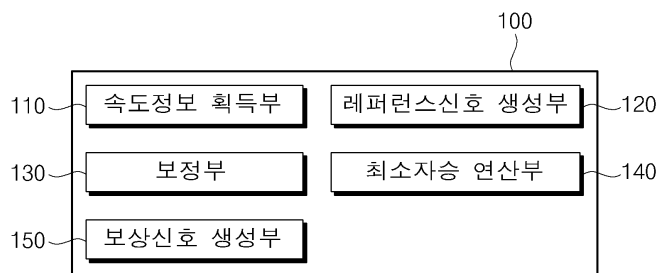
부호의 설명

[0061]

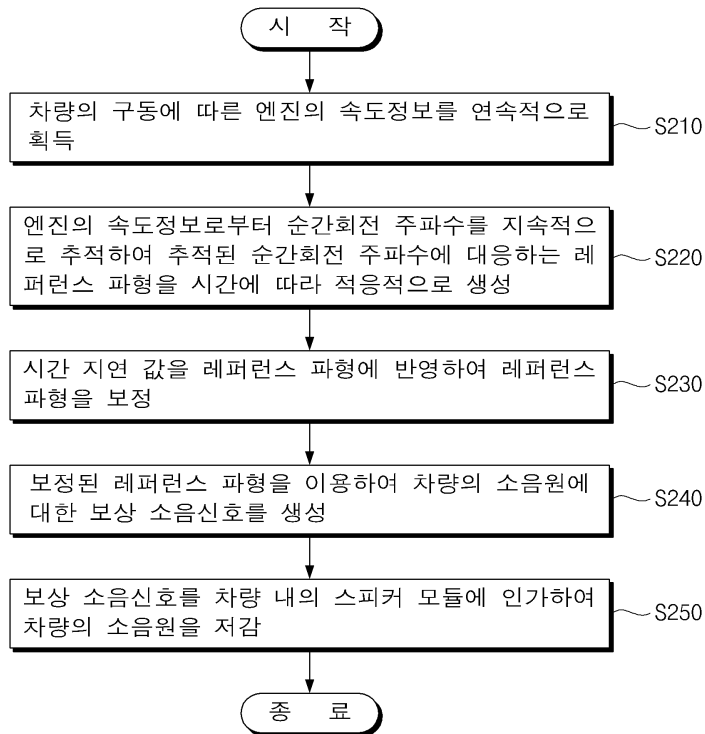
10: 소음원	20: 소음 측정 센서
30: 스피커	40: 차량 실내
50: 엔진 스피드 센서	100: 차량의 능동적 소음 제어 장치
110: 속도정보 획득부	120: 레퍼런스 신호 생성부
130: 보정부	140: 최소자승 연산부
150: 보상신호 생성부	

도면

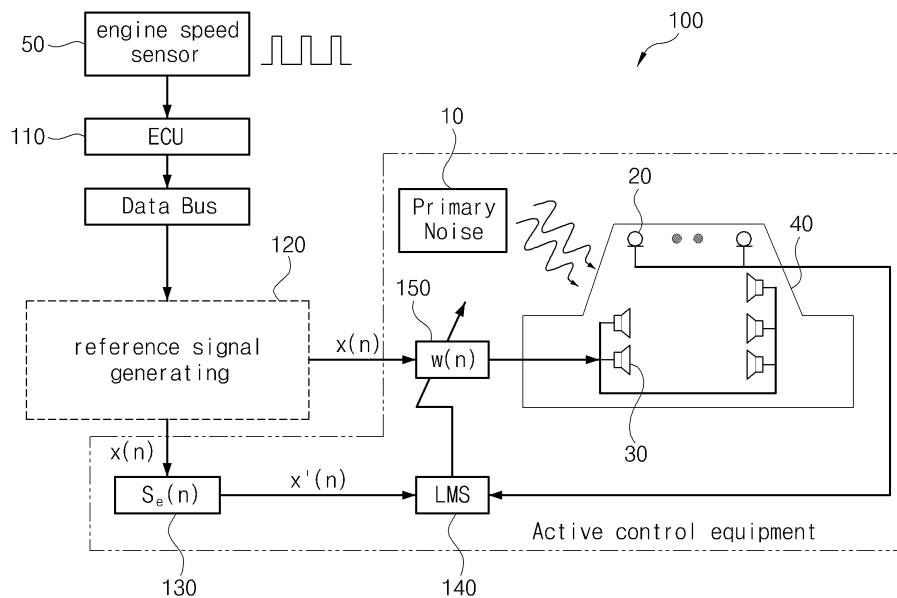
도면1



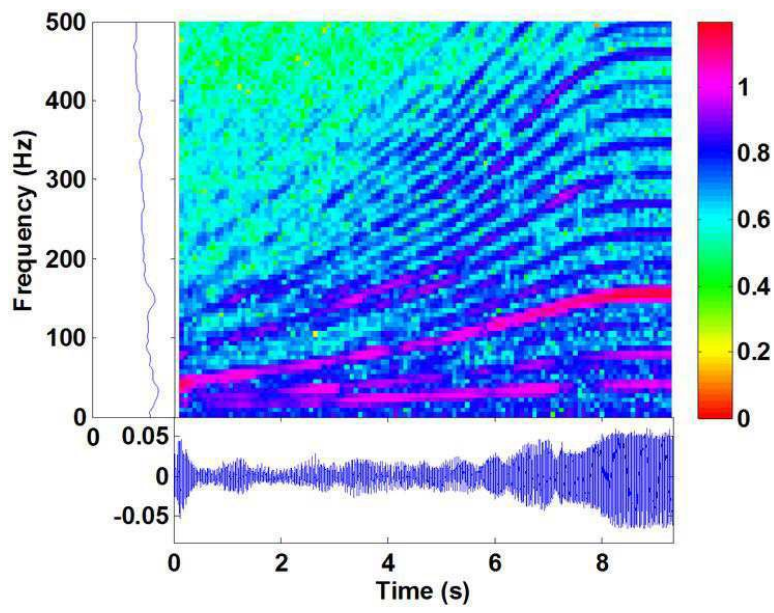
도면2



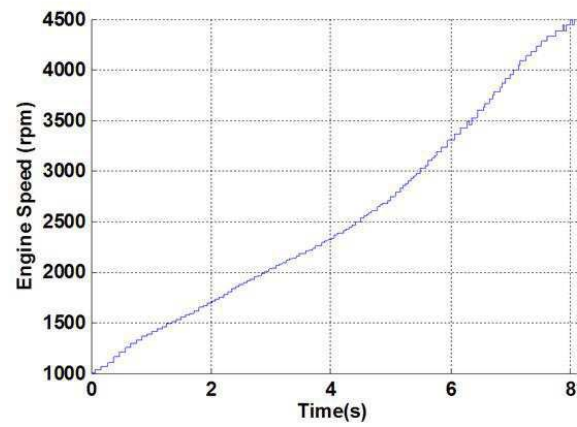
도면3



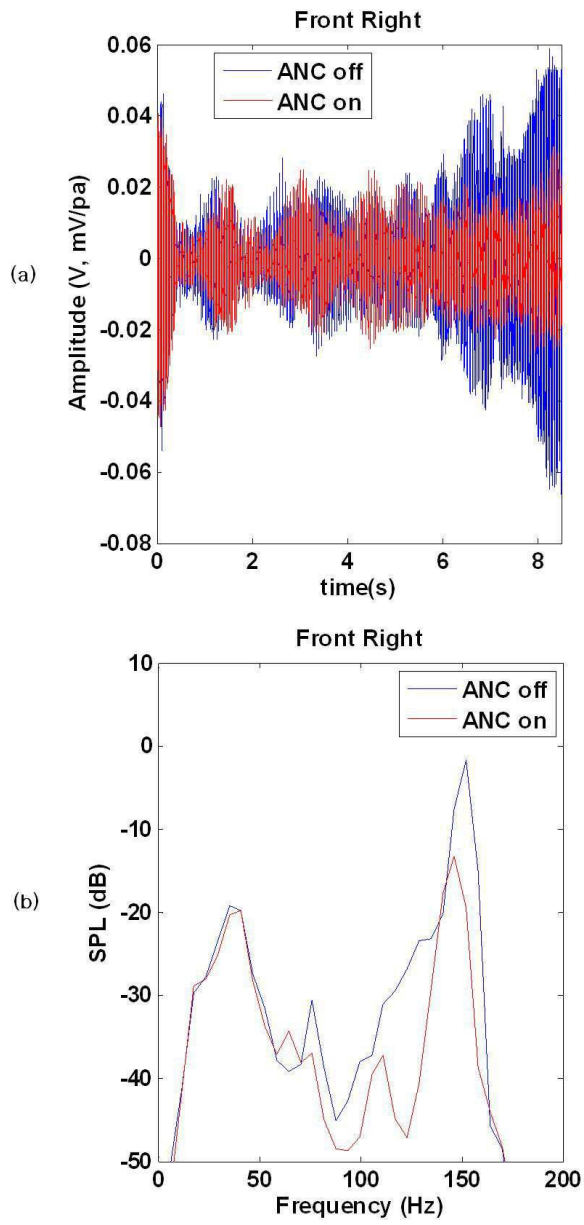
도면4



도면5



도면6



도면7

